

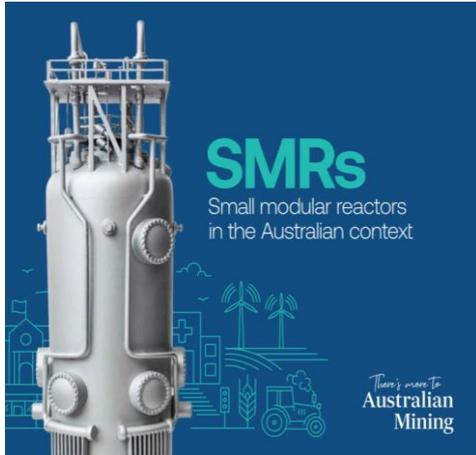
オーストラリア鉱物評議会（MCA）の SMR 報告書について

—SMR をエネルギーミックスの一部に—

2021 年 11 月 9 日

(一社) 日本原子力産業協会

情報・コミュニケーション部



@MCA

こうしたなか、オーストラリアの鉱物資源の探鉱・採掘、製錬関係企業等を代表するオーストラリア鉱物評議会（Minerals Council of Australia, MCA）は、従来から原子力発電の有効利用を主張してきたが、2021 年 10 月 6 日、報告書「オーストラリアにおける小型モジュール炉（Small modular reactors in the Australian context）」を公表し、SMR の利用を真剣に検討するよう訴えている。報告書は、オーストラリアで約 2,000 万 kW の高経年化した石炭火力の退役が近づく中で、そのリプレースとして、CO₂ を排出しない（以下、「排出ゼロの」という）SMR の可能性を強調している。

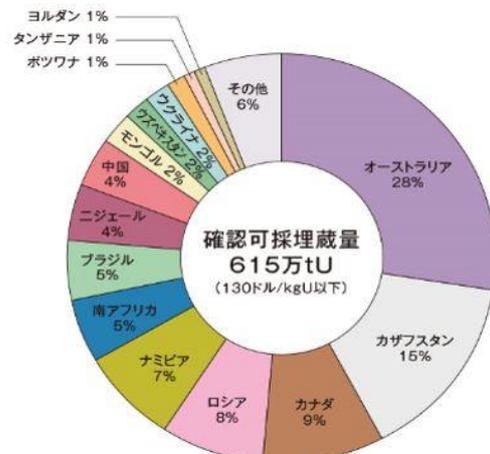
このオーストラリアの動きは、SMR の開発・導入の流れが世界的に拡大していることの現れとも言えるので、参考までに報告書のプレスリリースと報告者の概要を紹介する。

折しも 2021 年 9 月 15 日、米バイデン大統領、英ジョンソン首相、豪モリソン首相が、米英豪 3 か国でインド太平洋地域の安定に向けた新たな協力枠組み「AUKUS（オーカス）」の創設を発表した際、その一環で米英が豪の原子力潜水艦導入を技術面で支援することが明らかになった。中国に対する抑止力を強める狙いからで、豪は 8 隻の原潜建造を目指すとしている。

石炭などエネルギー資源の輸出が経済を支えるオーストラリアでは、これまで気候変動対策に慎重な意見が強かったが、COP26 を控えて主要先進国に足並みを揃えた格好である。

このような最近の動きからも、オーストラリアが SMR を含む原子力発電利用に向けて舵を切っていくものと推測される。

オーストラリアは、これまで伝統的に州法や連邦法に基づき原子力発電を禁止してきた。しかし、近年の地球温暖化問題やエネルギーの安定供給の観点から、原子力発電の役割を再検討しつつある。オーストラリアは原子力発電を禁止したものの、第 4 世代原子力システムに関する国際フォーラム（GIF）に参加して積極的に活動している。また、オーストラリアは世界 1 のウラン資源国であり、そのウラン生産量は現在世界第 3 位で、ほぼ全量を原子力発電国に輸出している。



ウラン資源埋蔵量（2019年1月）

出典：「エネ百科」（一財）日本原子力文化財団

小型モジュール炉(SMR)はオーストラリアのエネルギーミックスの一部であるべき

オーストラリアが脱炭素化に動くにあたり、小型モジュール炉 (SMR) のような先進原子力技術の役割を真剣に検討すべき時である。

MCA は本日、報告書「オーストラリアにおける小型モジュール炉」 ([Small modular reactors in the Australian context](#)) を発表した。オーストラリアの有名な原子力専門家の一人であるベン・ハード (Ben Heard) 博士によって執筆されたこの報告書 (冊子、A4 版 34 頁) は、SMR についてのタイムリーな概観、オーストラリアにおける SMR の役割の可能性、さらに運転コストなどについて説明している。予想よりも建設コストが高くなるような保守的な想定でも、SMR は、オーストラリアにおける 24 時間年中無休で稼働する排出ゼロの最低コストの電力供給源であり、信頼できる電力の安定供給を支える。

現在規制承認手続き中の先進的な 3 つの SMR 設計 (ニュースケール社のモジュール、GE 日立・ニュークリアエナジー (GEH) 社の BWRX 300、テレストリアル・エナジー社の一体型溶融塩炉) を取り上げ、これらの強化された安全性や利用可能性を強調している。

MCA は長い間、オーストラリアが経済の脱炭素化に動くのに合わせ、CCUS (炭素の回収・利用・貯留) や再生可能エネルギーとともに、排出ゼロの原子力エネルギーを検討する必要があると唱道してきた。

オーストラリアを取り巻く経済、貿易、安全保障、政治、技術環境の変化は、低炭素エネルギー源のための全てのオプションを考慮しなければならないことを意味する。SMR はこの要件を解決するソリューションの一部となり得る。

オーストラリアは世界のウラン埋蔵量の 3 分の 1 を保有し、重要なウラン鉱業部門が存在し、世界の需要の約 10% を供給している。低コストの排出ゼロの電力で国内電力市場のほぼ全電力を発電するのに十分以上のウラン資源量を有している。

それにもかかわらず、時代遅れの連邦および州政府の原子力発電禁止政策のため、オーストラリアは、G20 諸国の中で唯一の、原子力エネルギーへのアクセスや原子力開発計画のない国として、世界から大きく遅れている。オーストラリアは今や、世界的な原子力エネルギーへの関心の高まりをうまく利用し、既に重要になっているウラン部門の拡大を見据えるべきである。

(注釈)

- ・ **SMR とは?** = クリーンで完全に信頼できる熱や電力を、オングリッドやオフグリッドで供給するために、電気出力が 30 万 kW 以下の核分裂利用による発電装置。
- ・ **オーストラリアはどこに SMR を設置することができるのか?** = SMR は、小型サイズ、燃料密度、空冷能力のため、既存の送電網だけでなく、地域社会への供給や鉱山への独立供給などが可能である。
- ・ **SMR のコストは?** = ロバストな推定では、SMR は 2030 年以降、規模やタイプにもよるが、64~77 ドル/MWh で送電網に電力を供給することができる。

要 約

小型モジュール炉（SMR）は、原子力発電技術が進化・発展したものである。現在、SMR は海洋利用（潜水艦や水上艦で利用）されている。SMR は 14 か国で積極的に開発が進められており、将来的に低コストで、柔軟性に優れ、多用途性を持ち、高度な安全性を備えた様々な原子力技術を市場にもたらすだろう。

オーストラリアが原子力潜水艦の建造を公約した現在、オーストラリアは、原潜を支えるためのスキルと専門知見を育成しなければならない。このキャパシティはまた、SMR の開発を支えることができる。

新しい SMR 設計は、低コストで排出ゼロの熱と電力を常時供給するために商業化が進められている。比較的小型で、ユニットコストが低く、受動的で固有の安全特性を備えた SMR は、より広範な市場に迅速に展開する可能性がある。

高経年化した発電施設のリプレイスとして、送電インフラの不十分な開発途上国での利用として、また遠隔のオフグリッド地域向けの信頼できるクリーン電源として、SMR は多くの状況下で排出ゼロの電力供給の役割を果たすことができる。

いくつかの SMR は、水不足の条件下でも明らかに運転できるように設計されており、全く水が無くても運転でき空冷で運転する可能性のものもある。

SMR は工場や造船所で製造・建造され、シリーズ生産で品質向上と経済性を実現させ、建設期間を短縮化し、製造上の制約を少なく、そして安全規定をより簡素化する。設備類がサイトに輸送されると、大型原子力発電所の場合、多数の熟練技能者の建設チームが一般的には遠隔地で長期にわたって作業を行う必要があるが、SMR の場合、そういう必要はなくなる。これにより、大幅なコスト削減を期待できる。

オーストラリアでは今後 20 年間で約 2,000 万 kW のベースロード発電施設が退役予定であるので、SMR が将来のエネルギーミックスの一部を担うのが理想的である。

SMR はまさに目的にかなった規模であり、既存の送電網を利用することができる。SMR は、追加のインフラ支出の必要性を減らし、労働力を再雇用し、地域経済や地域社会を持続させるための有益なオプションを提供する。

SMR は、負荷追従に優れた柔軟な電力供給基盤を提供することによって、出力変動性の再生可能エネルギーとのコスト効果的な共存を果たすことができる。ベースロード発電施設の閉鎖の脅威が迫る中で、重要な電力の安定供給を維持することができる。

再生可能エネルギーと SMR のクリーン電源の一体化はまた、水素や合成燃料（二酸化炭素（CO₂）と水素（H₂）を合成した燃料）の経済的な生産を最大化する。排出ゼロの熱や電力の常時生産は、水素の経済的・効率的生産につながるだけでなく、アンモニア生産、食品処理、合成燃料、金属鉱石処理、金属製錬などの広範な産業利用にも役立てることができる。

信頼でき低コストで排出ゼロの産業規模の電力供給ができる SMR は、遠隔地における鉱山操業のための理想的な電力ソリューションになる。24 時間休まず供給する排出ゼロの電力で海水淡水化プラントを操業することは、気候変動下において、淡水の安定供給の大幅な拡大を可能にする。SMR

は多目的の装置として利用でき、温暖化する世界で排出ゼロに通じる経路における有益な万能装置ともいえる。

この報告書では、2020年代後半の商業運転に向けて開発中の3つのSMR設計（ニュースケール・パワー社のモジュールTM、GE日立・ニュークリアエナジー（GEH）社のBWRX 300、テレストリアル・エナジー社の一体型溶融塩炉）に焦点を当てている。なお、ここに登場しない他のSMRもほぼ同様な規制承認に向けて、活発に開発が進められている。

均等化発電コスト（LCOE）は、エネルギー消費者が直面する全体のコストや種々の技術によって提供される価値の完全な尺度ではない。しかし、ここではコスト推定や目標に基づき、保守的な想定により、オーストラリアで展開されるSMRの将来のLCOEは64~77\$/MWhとなるだろう。SMRが実現されれば、オーストラリアで利用できる最も安価な24時間年中無休の排出ゼロ電源となる。

現在のオーストラリアの経済、貿易、安全保障、政治、技術環境の変化を踏まえれば、新しい低炭素エネルギー源のオプションが必要である。SMRは、この必要な条件を解決するためのソリューションの一部となる。

しかし、現在の政治状況では、オーストラリアはSMRの恩恵を享受できない。政治は最終的に迅速に変化できる。とはいえ、新技術の獲得と展開は加速することができても、急速に実現することはできない。

技術は能力の観点から成功する。能力について、オーストラリアは、将来SMRを利用するための合理的な基盤がある。しかし、産業の能力を達成するためには、これから真剣な取組が必要である。世界のSMR開発は、2019年のエネルギー白書で示されたオーストラリアの“監視姿勢”の状態を急速に追い越している。

エネルギーミックスにSMRのソリューションを適時に含めることができるようにするためには、監視姿勢から（SMRの）ロードマップおよびアクションプランへの方向転換が必要である。

3 つの SMR 設計

原子炉名	NuScale Power Module™	BWRX-300	一体型溶融塩炉 (IMSR)
開発者	ニュースケール・パワー社	GE 日立・ニュークリアエナジー (GEH) 社	テレストリアル・エナジー社
規模	77MWe モジュール、1 プラント 最大 12 基 (924MWe gross)	300MWe (1 プラント 1 基) (270-290MWe net)	195MWe net
炉型	一体型 PWR	BWR	溶融塩・U 燃料燃焼炉
燃料	固体燃料 (PWR 燃料集合体)	固体燃料 (BWR 燃料集合体)	低濃縮 U のフッ化物塩燃料 (通常の運転条件下では溶融)
減速材	通常の軽水	通常の軽水	黒鉛
1 次冷却材	通常の軽水 (自然循環)	通常の軽水 (自然循環)	ウランフッ化物塩燃料 (強制循環)
2 次冷却材	通常の軽水	—	フッ化物塩ループ (非放射性)
出口温度	300°C	300°C	600-700°C
資本コスト	豪展開 N 基目 5100 A\$/kW gross	豪展開 N 基目 3200 A\$/kW net	豪展開 1 基目 4100 A\$/kW
LCOE	77 \$/MWh	64 \$/MWh	72 \$/MWh
商業化状況	2020 年 9 月、米原子力規制委員会 (NRC) から設計承認取得。電力顧客・ユタ州公営共同電力事業体 (UAMPS) が無炭素電力プロジェクト (CFPP) 計画を推進中 (アイダホ国立研究所サイトに建設予定)。今後 UAMPS が NRC に建設・運転一体認可 (COL) 申請予定。2020 年代末までの運転を目指す。	ドミニオン・エナジー社はシード資金提供パートナー。加オンタリオ・パワー・ジェネレーション (OPG) 社がダーリントン・サイトに建設予定の 3 つの SMR 候補の一つ。トピカルレポート (多くの許認可申請に共通する安全審査事項をまとめた技術文書) の一部が NRC から承認済。加原子力安全委員会 (CNSC) による許認可前ベンダー設計審査中。	加 OPG 社がダーリントン・サイトに建設予定の 3 つの SMR 候補の一つ。加 CNSC による許認可前ベンダー設計審査の第 2 段階。電力顧客からの関心拡大、CNSC の許認可審査、水素製造・海水淡水化など技術具体化中。

(注) 資本コストはオーバーナイト資本コスト。LCOE=均等化発電コスト。

本表は報告書を参考に作成。詳細については、[報告書](#)を参照下さい。

以上